

**Artificial respiration machine**

Patent Number: DE19716166  
Publication date: 1998-10-22  
Inventor(s): HEINEMANN HELMUT OTTO (DE); MEIER BERND HORST (DE)  
Applicant(s):: HEINEMANN HELMUT OTTO DIPL ING (DE); MEIER BERND HORST DR (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19716166  
Application Number: DE19971016166 19970418  
Priority Number(s): DE19971016166 19970418  
IPC Classification: A61H31/00 ; A61M16/00  
EC Classification: A61M16/00  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The respiration machine supports natural respiration and provides artificial respiration with simultaneous detection of the mechanical heart action by measuring impedance variations in the region of the neck, the breast and/or the upper abdomen. Current electrodes (1,4) and measuring electrodes (2,3) are attached to the patient for providing at least one impedance cardiogram, with the impedance curve characteristics used by a processor (B) for controlling the inhalation and exhalation phases of the respiration cycle.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 16 166 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 61 H 31/00**  
A 61 M 16/00

②① Aktenzeichen: 197 16 166.9  
②② Anmeldetag: 18. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 22. 10. 98

DE 197 16 166 A 1

- ⑦① Anmelder:  
Meier, Bernd Horst, Dr., 64285 Darmstadt, DE;  
Heinemann, Helmut Otto, Dipl.-Ing., 65779  
Kelkheim, DE
- ⑦② Erfinder:  
Meier, Bernd Horst, 64285 Darmstadt, DE;  
Heinemann, Helmut Otto, 65779 Kelkheim, DE
- ⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:
- |    |               |
|----|---------------|
| DE | 34 22 066 C2  |
| DE | 26 37 366 C2  |
| DE | 24 54 330 C2  |
| DE | 25 05 670 B2  |
| DE | 195 16 536 A1 |
| DE | 43 10 799 A1  |
| DE | 43 09 923 A1  |
| DE | 36 04 986 A1  |
| DE | 34 00 947 A1  |
| DE | 32 42 814 A1  |

DE	25 45 374 A1
DE	24 54 330 A1
DE	24 32 932 A1
DE	24 08 179 A1
DE	94 06 407 U1
US	53 77 671
US	53 53 788
US	49 15 103
US	46 76 232
US	44 50 838
EP	03 24 275 B1
EP	05 69 308 A1
EP	02 33 551 A3
EP	01 09 627 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von dem am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Unterstützung natürlicher Atmung und künstlicher Beatmung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft:

Eine Vorrichtung zur maschinellen Unterstützung der natürlichen Atmung und Durchführung einer künstlichen Beatmung mit gleichzeitiger Erfassung der mechanischen Herzaktion durch Messung von elektrischen Impedanzänderungen im Bereich von Hals, Brustraum und/oder Oberbauch, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der durch die Beatmungspumpe durchgeführten Atemgaszuführung und Atemgasrückführung durch den Verlauf der gemessenen Impedanzkurven wählbar beeinflußt und gesteuert werden kann.

DE 197 16 166 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Unterstützung der natürlichen spontanen Atmung sowie zur Durchführung einer mechanischen Beatmung durch Erfassen der durch Herzaktion und Blutkreislauf beeinflussten elektrischen Impedanz im Bereich des Halses und Brustraums sowie der Steuerung einer Beatmungsmaschine mit den aus der elektrischen Impedanzmessung gewonnenen Informationen.

Die Unterstützung der natürlichen spontanen Atmung und der Ersatz der natürlichen äußeren Atmung durch Beatmungsmaschinen ist ein wichtiger Faktor für die Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit eines Organismus unter Extrembedingungen, beispielsweise in der Höhenphysiologie, Tauchmedizin, Sportmedizin, Flug- und Weltraum-Medizin. Die künstliche Beatmung unterstützt und ersetzt dabei spontane Atmungsfunktionen und gewährleistet damit die lebenswichtige Versorgung der Organe mit Sauerstoff und den Abtransport des im Stoffwechsel entstandenen Kohlendioxids.

Beim natürlich einatmenden Organismus wird durch Zwerchfell- und Rippenbewegungen im Brustraum ein Unterdruck erzeugt, in dessen Folge Atemluft in die Lungen strömt. Bei der künstlichen Beatmung wird in der Einatmungsphase das Atemgas von außen mit einem höheren Druck in die Lungen befördert. Bei der assistierten Beatmung wird das durch Rippen- und Zwerchfell-Bewegung bewirkte Druckgefälle – Unterdruck im Brustraum – durch einen äußeren von einem Beatmungsgerät aufgebauten Überdruck verstärkt.

Die Unterstützung der natürlichen Atmung durch Beatmungsgeräte setzt eine differenzierte Steuerung der Beatmungsmaschine voraus, wobei die Qualität dieser Beatmungsform wesentlich von der Anpassung der Steuerung der Beatmungsmaschine an die vom Beatmeten intendierte spontane Atmung abhängt. Die künstliche Beatmung mit einem intermittierenden positiven Druck während der Einatmungsphase (intermittierend positive pressure ventilation IPPV) verändert die beim spontan Atmenden vorliegenden Druck und Kreislaufverhältnisse (1). Versprille et al. (2) zeigen, daß das Schlagvolumen des Herzens bei maschineller Beatmung während der Insufflation des Atemgases deutlich absinkt. Ebenso wird die Lungendurchblutung und der venöse Rückstrom über die obere und untere Hohlvene durch die Druckschwankungen im Brustraum beeinflusst (3, 4). Aus den im Bereich des Brustraumes meßbaren Impedanzkurven können abhängig von der Platzierung der Strom- und Meß-Elektroden Informationen bezüglich des Schlagvolumens der Auswurf- und Füllungszeit des Herzens, der Klappenfunktion, der Herzarbeit, des thorakalen Blut-, Luft-, und Flüssigkeitsgehaltes gewonnen werden. Die Erfindung nutzt die im Bereich des Brustraumes meßbare Impedanzänderung zur Steuerung der mechanischen Beatmung. Als Steuerung der Beatmung sind alle jene Vorgänge gemeint, die bei dem Beatmungsgerät eine Änderung des Beatmungsdrucks, der Atemgaszusammensetzung, der Atemgastemperatur und der elektrischen Ladung des Atemgas es während der Ein- und Ausatmungsphase bewirken. Die Verwendung der Impedanzkardiographie zur Steuerung der Beatmung bietet gegenüber anderen Meßsignalen den Vorteil, daß die Volumenverschiebungen durch die Herzaktion und die Atmung direkt und ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung erfaßt werden. Die Verwendung des arteriellen Drucks zur Steuerung einer Beatmungsmaschine, beispielsweise durch Kanülierung der Arteria radialis, ist mit einer Verzögerung durch die mechanische Impedanz und Pulswellenlaufzeit zwischen Herz und Druckaufnehmer behaftet. Bei entsprechender Nutzung des Elektrokardiogramms zur Steuerung der

Beatmung bliebe bei der Steuerung des Beatmungsgerätes die Latenz zwischen elektrischer und mechanischer Herzaktion weitgehend unberücksichtigt.

In einem Anwendungsbeispiel Fig. 1 besteht die Erfindung aus einer Vorrichtung zur Messung der Impedanzkurven, bestehend aus mindestens zwei mit dem Brustraum oder Hals in Verbindung stehenden Stromelektroden (1, 4), die an einen Wechselstromgenerator der Impedanzmeßeinheit (A) angeschlossen sind und 2 Meßelektroden (2, 3), die die zwischen den Stromelektroden ableitbare Körperimpedanz messen und mit einem Meßverstärker der Impedanzmeßeinheit (A) verbunden sind sowie einer Druckmesseinheit (D), mit der der im Beatmungssystem herrschende Druck gemessen wird, die ebenfalls mit einem Verstärker der Meßeinheit (A) verbunden ist. Die Impedanzmeßeinheit ist mit einer Prozessor-Einheit (B) verbunden, mit der die aufgenommenen Impedanzänderungskurven und Beatmungsdruckkurven bearbeitet werden, beispielsweise durch Analyse der Amplitudenhöhen der Minima, Maxima, Wendepunkte und Flächen der Impedanzkurven ZO, der Impedanzänderungsgeschwindigkeit  $dZ/dt$ , des Beatmungsdruckes und der Beatmungsdruckänderungsgeschwindigkeit. Die Proessoreinheit setzt die mit der Meßeinheit (A) aufgenommenen Impedanz und Drucksignale in Steuerimpulse für die Motoren und Ventile der Beatmungspumpe um. Mithilfe einer Steuereinheit (E) und einem Sichtgerät (F) kann dem Prozessor mitgeteilt werden, in welcher Art die vom Impedanzmeßverstärker aufgenommenen Signale in Steuerimpulse für die Beatmungspumpe bzw. deren Ventile umgesetzt werden sollen. Darüberhinaus können alle gemessenen Parameter mit dieser Steuereinheit auf verschiedenen Medien aufgezeichnet und weitergeleitet werden. Auf dem Sichtgerät können die mit dem Impedanzmeßverstärker aufgenommenen Kurven sowie andere gemessene Parameter wie der Beatmungsdruck dargestellt werden. Der die Beatmungspumpe (K) betreibende Motor (M) wird nach Verstärkung im Steuerverstärker (C) durch die vom Prozessor (B) ausgegebenen Steuerimpulse direkt angetrieben. Auch die den Atem-Gasstrom steuernden Ventile (V) werden durch die Steuerimpulse des Prozessors nach Verstärkung im Steuerverstärker (B) betrieben. Das Impedanzsignal wird in jeder Phase der Beatmungs- und Herz-Aktionen erfaßt und ausgewertet. Mit der Steuereinheit wird dem Prozessor mitgeteilt, wie die Impedanzkurven in Steuerimpulse für den Motor der Beatmungspumpe umgesetzt werden sollen. Die Ausgabe der Steuerimpulse durch die Proessoreinheit kann dabei frei durch die Steuereinheit definiert und programmiert werden. In einem einfachen Funktions-Beispiel kann eine kardial synchronisierte mechanische Ventilation (CSMV) durch die Beatmungspumpe dergestalt betrieben werden, daß die Insufflation des Atemgases in der diastolischen Pause der Herzaktion durchgeführt wird, während die Beatmungspumpe während der systolischen Auswurfphase der Ventrikel ruht. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann innerhalb der Vorrichtung aus dem Atemgasstrom die Sauerstoffausschöpfung oder Kohlendioxidanreicherung gemessen werden und diese Daten zur Kalibrierung der mit der Impedanzmessung errechneten Werte herangezogen werden. Auch können die Meßwerte für Sauerstoff und Kohlendioxid zur Steuerung der Beatmungsmaschine hinzugezogen werden.

## Literatur

1. Jardin F, Farcot JC, Gueret P, Prost JF, Ozier Y, Boudarias JP 1983 Cyclic changes in arterial pulse during respiratory support, *Circulation* 68, no. 2, 266–274
2. Versprille A, Jansen JRC, Friedman RC, Hulsmann

AR, v. d. Klauw MM 1990 Negative effect of insufflation on cardiac output and pulmonary blood volume, Acta anaesthesiol Scand 34: 607-613

3. Versprille A. 1990 The pulmonary circulation during mechanical ventilation, Acta anaesthesiol Scand 94: 51-62

4. Versprille A, Jansen JRC 1985 Mean systemic filling pressure as a characteristic pressure for venous return, Pflügers Arch 405: 226-233

10

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur maschinellen Unterstützung der natürlichen Atmung und Durchführung einer künstlichen Beatmung mit gleichzeitiger Erfassung der mechanischen Herzaktion durch Messung von elektrischen Impedanzänderungen im Bereich von Hals, Brustraum und/oder Oberbauch, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere elektrische Impedanzkardiogramme mit einer oder mehreren Wechselstromfrequenzen und/oder unterschiedlich angelegten Plazierungen der Stromelektroden (1, 4) und Meßelektroden (2, 3) zur Steuerung des Beatmungsgerätes (M, K, V) eingesetzt werden, wobei der Verlauf der mit dem Impedanzmeßverstärker (A) gemessenen Impedanzkurven einer Proessoreinheit (B) zugeführt wird, die die von dem Beatmungsgerät (M, K, V) durchgeführte Atemgaszuführung und Atemgasrückführung steuert. 15 20 25
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß der mit dem Impedanzmeßverstärker (A) erfaßten Impedanzkurven auf die Steuerung der Beatmungsmaschine (M, K, V) durch die Proessoreinheit (B) mit einer Wähl-, Steuer- und Speichereinheit (E, F) frei gewählt und verändert wird. 30 35
3. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem Impedanzmeßverstärker (A) gemessenen Impedanzkurven, die an einen Verstärker (C) ausgegebenen Steuerimpulse für das Beatmungsgerät (M, K, V) sowie die gemessenen Verlaufskurven für Atemgasfluß und Beatmungsdruck mit der Wähl-, Steuer- und Speichereinheit (E, F) aufgezeichnet werden. 40 45
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Atemgaskonzentration und Atemgastemperatur von der Proessoreinheit (B) gesteuert wird, die von dem Impedanzmeßverstärker (A) Impulse erhält, wobei der Einfluß der vom Impedanzmeßverstärker (A) an die Proessoreinheit (B) zugeführten Impulse auf die Zusammensetzung der Atemgaskonzentration und Atemgastemperatur des von der Beatmungsmaschine (M, K, V) zugeführten und rückgeführten Atemgases durch die Wähl-, Steuer- und Speichereinheit (E, F) frei gewählt wird. 50 55
5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der Sauerstoffausschöpfung im Atemgas oder der Verlauf der abgeatmeten Kohlendioxidmenge der Wähl-, Steuer- und Speichereinheit (E, F) zugeführt und zur Berechnung des Herzzeitvolumens mit der elektrischen Impedanzmessung hinzugezogen wird. 60

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

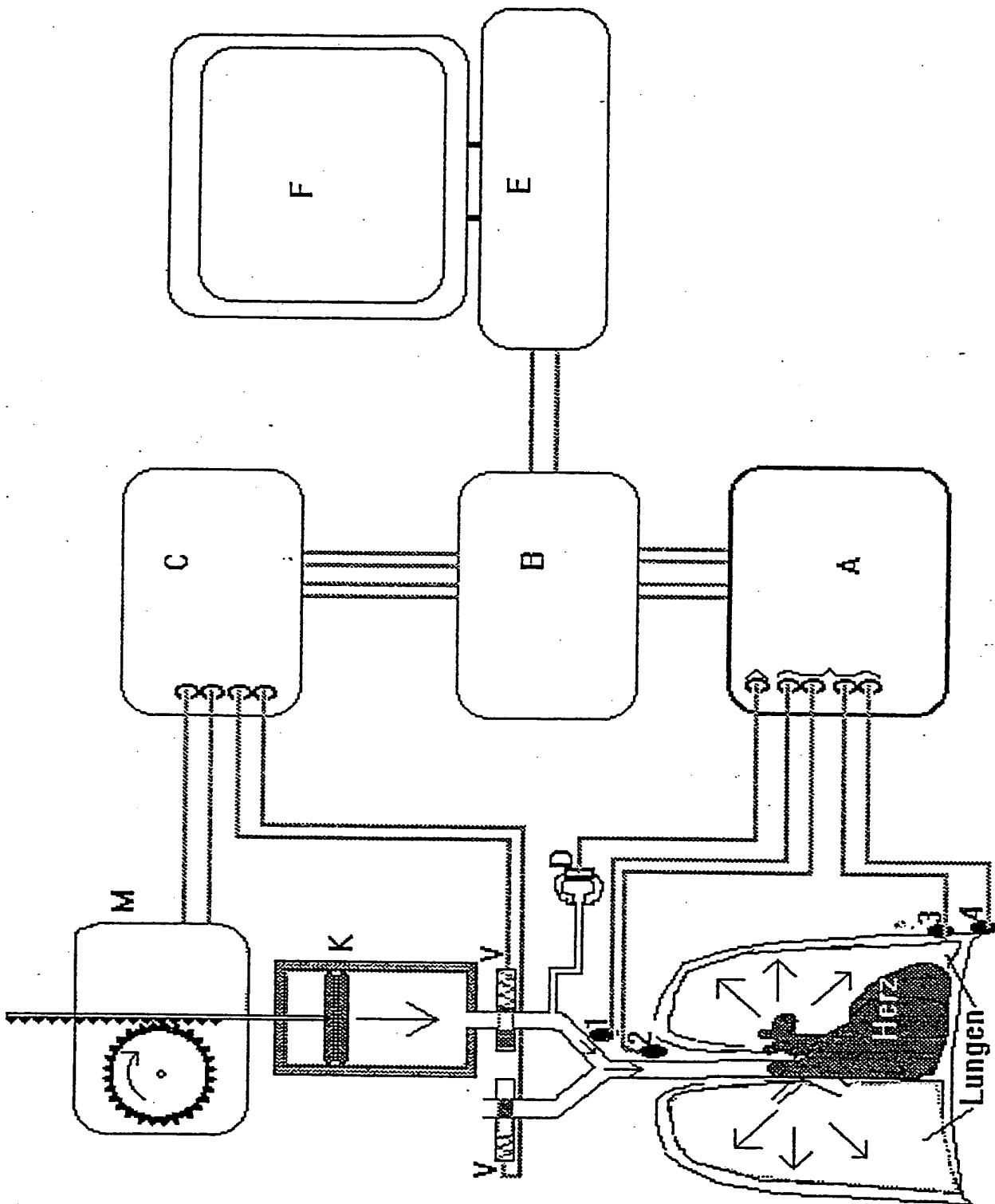


Fig. 1